(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3604538号
(P3604538)
(45)発行日　平成16年12月22日(2004.12.22)　(24)登録日　平成16年10月8日(2004.10.8)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H05B　6/12　H05B　6/12　327

請求項の数 9　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平9-247195
(22)出願日　平成9年9月11日(1997.9.11)
(65)公開番号　特開平11-87042
(43)公開日　平成11年3月30日(1999.3.30)
審査請求日　平成12年12月18日(2000.12.18)

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100071135
弁理士　佐藤　強
(72)発明者　滝本　等
愛知県瀬戸市穴田町９９１番地　株式会社東芝　愛知工場内

審査官　結城　健太郎

(56)参考文献　特開平０５－０９４８６８（ＪＰ，Ａ）
特開平７－２５４４８２（ＪＰ，Ａ）
特開平７－３２２６３８（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－９２５６４（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】電磁調理器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
交流電源を整流して直流電源を生成する整流回路と、
この整流回路によって生成される直流電源が供給される正側及び負側直流母線と、
この正側及び負側直流母線間に直列に接続される第１及び第２のスイッチング素子と、
これら第１及び第２のスイッチング素子の何れか一方の両端子間に接続され、調理容器を誘導加熱するための加熱コイル及び共振コンデンサで構成される共振回路と、
前記一方のスイッチング素子の両端子間に接続され、スナバコンデンサ及び第３のスイッチング素子で構成されるスナバ回路と、
入力電力設定値に応じて前記第１，第２及び第３のスイッチング素子に制御信号を出力して導通制御を行うと共に、前記入力電力設定値が微弱入力に対応する所定値以下である場合は、前記第３のスイッチング素子を遮断することにより前記スナバコンデンサを前記共振回路から実質的に切り離す切り離し制御を行う制御手段とを備え、
前記制御手段は、一方のスイッチング素子の通電後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を通電し、他方のスイッチング素子の遮断後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を遮断するように制御信号を出力することを特徴とする電磁調理器。
【請求項２】
スナバ回路は、スナバコンデンサ及び第３のスイッチング素子を直列に接続して構成されていることを特徴とする請求項１記載の電磁調理器。
【請求項３】

制御手段は、通常制御と切り離し制御との間を移行させる場合は、第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止して、その間に切り離し制御と通常制御との移行を行うことを特徴とする請求項１または２記載の電磁調理器。
【請求項４】
共振コンデンサに対して並列に抵抗を接続したことを特徴とする請求項３記載の電磁調理器。
【請求項５】
制御手段は、通常制御と切り離し制御との間を移行させる場合は、一方のスイッチング素子の導通制御を他方のスイッチング素子に対して遅らせて停止させることを特徴とする請求項３又は４記載の電磁調理器。
【請求項６】
入力電流値を検出する入力電流検出手段と
回生電流値を検出する回生電流検出手段とを備え、
制御手段は、入力電力設定値を所定値以下に設定した状態で、第３のスイッチング素子をオンした場合の回生電流値と第３のスイッチング素子をオフした場合の回生電流値との関係に基づいて、第３のスイッチング素子の機能確認を行うことを特徴とする請求項１乃至５の何れかに記載の電磁調理器。
【請求項７】
他方のスイッチング素子の制御入力端子に直列に接続されている抵抗の抵抗値を切り替えるように構成された抵抗値切替え手段を備え、
制御手段は、入力電力設定値が微弱入力に対応する所定値以下になると前記抵抗値切替え手段に切替え信号を出力して前記抵抗値を減少させることを特徴とする請求項１乃至６の何れかに記載の電磁調理器。
【請求項８】
調理容器の加熱温度を検出する温度検出手段を備え、
制御手段は、前記温度検出手段が検出する前記調理容器の加熱温度が所定温度以上になると、入力電力設定値を微弱入力に対応する所定値以下に切り替えることを特徴とする請求項１乃至７の何れかに記載の電磁調理器。
【請求項９】
低出力を設定するための低出力設定キーを備え、
制御手段は、前記低出力設定キーが操作されると、入力電力設定値を微弱入力に対応する所定値以下に切り替えることを特徴とする請求項１乃至８の何れかに記載の電磁調理器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、加熱コイルに高周波電流を供給して調理容器を加熱する電磁調理器に関する。
【０００２】
【従来の技術】
電磁調理器は、火を使わず安全で且つ熱効率に優れており、システムキッチンなどに組み込まれるクッキングヒータとして広く普及しつつある。電磁調理器は、システムキッチンにおいては複数組み込まれることが多く、それら複数の電磁調理器が同時に使用された場合に干渉音が発生するのを防止するために、常時一定周波数で加熱制御を行うハーフブリッジ型のインバータが採用されることがある。
【０００３】
図１３は、従来の電磁調理器に採用されているハーフブリッジ型インバータの電気的構成を示すものである。この図１３において、ダイオードブリッジで構成される整流回路１の交流入力端子は、商用交流電源２に接続されており、直流出力端子は、平滑コンデンサ３の両端に接続されている。
【０００４】
その平滑コンデンサ３の両端には、直流母線４，５を介して、正側及び負側のＩＧＢＴ６

及び７からなるアームが接続されており、以てハーフブリッジ型のインバータ主回路８を構成している。ＩＧＢＴ６及び７のコレクターエミッタ間には、フリーホイールダイオード９及び１０が夫々接続されている。

【０００５】

インバータ主回路８の出力端子８ａには、加熱コイル１１の一端が接続されており、加熱コイル１１の他端と直流母線５との間には、共振コンデンサ１２とダイオード１３との並列回路が接続されている。尚、加熱コイル１１及び共振コンデンサ１２は、共振回路１４を構成している。

【０００６】

また、出力端子８ａには、スナバコンデンサ１５の一端が接続されており、スナバコンデンサ１５の他端は、ＩＧＢＴ１６のコレクターエミッタを介して直流母線５に接続されている。そして、ＩＧＢＴ１６のコレクターエミッタ間には、ダイオード１７が接続されている。これらは、所謂スナバ回路１８を構成しており、ＩＧＢＴ６及び７のオフ時におけるスイッチング損失を減少させるために設けられている。

【０００７】

発振器１９が出力する所定周波数の発振信号は、可変オン時間設定部２０及び固定オン時間設定部２１に与えられている。整流回路１の交流入力側には電流トランス２２が介挿されており、その電流トランス２２の出力端子は、入力電流検出部２３を介して入力設定部２４ａの入力端子に接続されている。入力電流検出部２３は、電流トランス２２が検出する入力電流値をＡ／Ｄ変換し、入力電流検出値Ｖｉｎとして入力設定部２４ａに出力するようになっている。

【０００８】

操作部２５には、具体的には図示しないが、使用者が各種の自動調理メニュー（制御プログラム）を選択するキーや、加熱量を１ＫＷ，２ＫＷなどの電力量で設定するためのキーなどが設けられている。そして、入力設定部２４ａは、操作部２５における電力量の設定に応じた入力電流値となるように、入力電流検出部２３から与えられる入力電流検出値Ｖｉｎに基づきフィードバック制御を行い、可変オン時間設定部２０にＰＷＭ信号を与えるようになっている。

【０００９】

また、加熱停止部２４ｂは、所定の条件が成立した場合に加熱停止指令を可変オン時間設定部２０及び固定オン時間設定部２１に出力するようになっている。尚、入力設定部２４ａ及び加熱停止部２４ｂは、マイクロコンピュータ（以下、マイコンと称す）２４の機能をブロック化して示すものである。

【００１０】

可変オン時間設定部２０の出力信号は、第１及び第３駆動部２６及び２７に与えられ、固定オン時間設定部２１の出力信号は、第２及び第３駆動部２８及び２７に与えられている。そして、第１，第２及び第３駆動部２６，２８及び２７の出力端子は、ＩＧＢＴ６，７及び１６のゲートに夫々接続されている。

【００１１】

また、図１４は、第１駆動部２６の詳細な電気的構成を示すものである。この図１４において、可変オン時間設定部２０の出力信号はフォトカプラ２９に与えられており、フォトカプラ２９の一方の出力端子は、抵抗３０及び３１の直列回路を介してＩＧＢＴ６のゲートに接続されている。抵抗３０には、ダイオード３２が逆並列接続されている。また、フォトカプラ２９の他方の出力端子は、ＩＧＢＴ６のエミッタに接続されている。抵抗３０，３１の抵抗値は、例えば１５０Ω，１０Ω程度に設定されている。

【００１２】

以上のように構成されたインバータを備えてなる電磁調理器の動作について、図１５乃至図１７をも参照して以下に述べる。鍋の加熱は、インバータにより加熱コイル１１に高周波電流を供給することによって行う。図１６に、この場合の各部の信号波形を示す。図１６（ａ）及び（ｂ）に示すように、ＩＧＢＴ６，７は、例えば、２０ＫＨｚ程度のインバ

ータの制御周期Ｔｉｎｖ　において、交互にオンオフされるようになっている。
【００１３】
ＩＧＢＴ６のオン期間Ｔｏｎ１　は、可変オン時間設定部２０から与えられる出力信号に基づいて、Ｔｉｎｖ　／２を上限として変化するようになっている。一方、ＩＧＢＴ７のオン期間Ｔｏｎ２　は、固定オン時間設定部２１から与えられる出力信号に基づいて、略Ｔｉｎｖ　／２に固定されている。但し、ＩＧＢＴ６，７間の短絡を防ぐため、両者のオン期間の切り替わりには、停止期間ＴＤ　が確保されるようになっている。
【００１４】
また、スナバ回路１８のＩＧＢＴ１６は、ＩＧＢＴ６，７のターンオフ時のスイッチング損失を減少させると共に、ＩＧＢＴ６がオフしてからＩＧＢＴ７がオンするまでの期間にスナバコンデンサ１５が充電されないようにオンオフ制御される。
【００１５】
制御周期は、次の４つのサイクルからなる。また、図１６（ｄ）は、この時加熱コイル１１に流れる電流ＩＬ　の波形であり、図１６（ｅ）は、ＩＧＢＴ７のコレクターエミッタ間電圧Ｖｔｒ２　の波形である。
▲１▼ＩＧＢＴ６：オン／ＩＧＢＴ７：オフ
平滑コンデンサ３，ＩＧＢＴ６，加熱コイル１１，共振コンデンサ１２及び平滑コンデンサ３の経路により、加熱コイル１１に電流を供給すると共に共振コンデンサ１２を充電する（図１６（ｄ），Ａ参照）。
▲２▼ＩＧＢＴ６：オフ／ＩＧＢＴ７：オフ
加熱コイル１１，共振コンデンサ１２，フリーホイールダイオード１０及び加熱コイル１１の経路で、加熱コイル１１の遅れ電流により更に共振コンデンサ１２を充電する（図１６（ｄ），Ｂ参照）。
【００１６】
▲３▼ＩＧＢＴ６：オフ／ＩＧＢＴ７：オン
共振コンデンサ１２，加熱コイル１１，ＩＧＢＴ７及び共振コンデンサ１２の経路により、共振コンデンサ１２を放電させて加熱コイル１１に逆方向の電流を流す（図１６（ｄ），Ｃ参照）。共振コンデンサ１２が放電し切ると、電流は、並列に接続されているダイオード１３を経由して流れる（図１６（ｄ），Ｃ′参照）。
▲４▼ＩＧＢＴ６：オフ／ＩＧＢＴ７：オフ
加熱コイル１１，フリーホイールダイオード９，平滑コンデンサ３，ダイオード１３及び加熱コイル１１の経路で、加熱コイル１１の遅れ電流を、フリーホイールダイオード９を介して電源側に回生させる（図１６（ｄ），Ｄ参照）。
【００１７】
以上のサイクルを繰返すことによって加熱コイル１１に高周波電流を供給し、トッププレート３３の上に載置される鍋３４（図１３参照）に渦電流を誘導して加熱調理を行うようになっている。入力電流制御は、ＩＧＢＴ６のオン期間Ｔｏｎ１　を変化させて行うようになっており、オン期間Ｔｏｎ１　を長くすれば入力電流は増加し、鍋３４の加熱量は増加する。
【００１８】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、この様な従来の電磁調理器では、微弱入力加熱を行うためにＩＧＢＴ６のオン期間Ｔｏｎ１　を短くして行くと、以下のような問題が生じていた。図１７は、この時の各部の信号波形を示すものである。即ち、図１７（ａ）に示すように、ＩＧＢＴ６のオン期間Ｔｏｎ１　がある時間以下になると、加熱コイル１１に対する電流供給量が減少するため（図１７（ｄ），Ａ参照）、サイクル▲３▼の期間Ｃ及びＣ′並びにサイクル▲４▼において、ＩＧＢＴ７の端子間電圧Ｖｔｒ２　が直流電源電圧に等しくなるまでスナバコンデンサ１５を充電し切れなくなり、従って、サイクル▲４▼では回生電流は流れず、スナバコンデンサ１５を充電し続けることになる。
【００１９】

そして、その状態のままで次のサイクル▲１▼でＩＧＢＴ６がオンするため、直流電源電圧と電圧Ｖｔｒ２　との電位差によって、直流母線４，ＩＧＢＴ６，スナバコンデンサ１５，ＩＧＢＴ１６及び直流母線５の経路で短絡電流が流れる。ここで、図１７（ｆ）は、ＩＧＢＴ６に流れる電流波形Ｉｔｒ１　を示すものであり、図１７（ｆ）中に示す点Ｐにおいて短絡電流が流れるようになっている。

【００２０】

斯様な短絡電流の発生をできるだけ抑制するため、図１４に示したように、ＩＧＢＴ６のゲートに抵抗３０及び３１の直列回路を介することによりターンオン時のゲート抵抗値が大となるように設定し、図１５に示すように、ゲート信号ＶＧ１の立上がりを緩やかにして、ＩＧＢＴ６がオンするタイミングを遅延させるようにしている。

【００２１】

しかし、この様にゲート信号ＶＧ１の立上がりを緩やかにすることによって、ＩＧＢＴ６のコレクターエミッタ間電圧の立上がりも緩やかになるために、ＩＧＢＴ６のターンオン時に生じるスイッチング損失（ターンオン損失）が発生してしまう。このターンオン時におけるスイッチング損失は、設定入力が低い程大きくなり、ターンオン損失が大なる状態のまま連続加熱を行うと、ＩＧＢＴ６の温度が上昇して最悪の場合熱破壊に至ることになる。

【００２２】

従って、従来の電磁調理器では、例えば弱火で長時間の煮込みを行う調理に対応するような微弱入力加熱を行う場合には、ＩＧＢＴ６のターンオン損失が発生しない程度の低入力を下限に設定して、例えば、３秒加熱した後３秒加熱停止、のように周期的な加熱を行わざるを得なかった。

【００２３】

そして、この様な加熱方式では、被調理物が少量の場合は突沸状態となったり、煮込み調理を行った場合に被調理物が焦げ付いてしまうなどの不具合が生じていた。

本発明は上記事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、スイッチング損失を低減し得る状態で微弱入力で連続加熱を行うことができる電磁調理器を提供することにある。

【００２４】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項１記載の電磁調理器は、交流電源を整流して直流電源を生成する整流回路と、

この整流回路によって生成される直流電源が供給される正側及び負側直流母線と、

この正側及び負側直流母線間に直列に接続される第１及び第２のスイッチング素子と、

これら第１及び第２のスイッチング素子の何れか一方の両端子間に接続され、調理容器を誘導加熱するための加熱コイル及び共振コンデンサで構成される共振回路と、

前記一方のスイッチング素子の両端子間に接続され、スナバコンデンサ及び第３のスイッチング素子の直列回路で構成されるスナバ回路と、

入力電力設定値に応じて前記第１，第２及び第３のスイッチング素子に制御信号を出力して導通制御を行うと共に、前記入力電力設定値が微弱入力に対応する所定値以下である場合は、前記第３のスイッチング素子を遮断することにより前記スナバコンデンサを前記共振回路から実質的に切り離す切り離し制御を行う制御手段とを備え、

前記制御手段は、一方のスイッチング素子の通電後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を通電し、他方のスイッチング素子の遮断後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を遮断するように制御信号を出力することを特徴とする。

【００２５】

斯様に構成すれば、制御手段は、設定値が所定値以下となるとスナバコンデンサを共振回路から実質的に切り離すので、その場合はスナバコンデンサの充電が行われなくなり、他方のスイッチング素子をオンした場合にスナバコンデンサの充電容量不足による短絡電流が流れることはない。従って、設定値が所定値以下であっても、他方のスイッチング素子におけるスイッチング損失を低減し得る状態で加熱コイルに高周波電流を連続的に供給す

ることができ、微弱入力で連続加熱を行うことができる。そして、一方のスイッチング素子のオン時に、スナバコンデンサを介して短絡電流が流れることを防止できる。

【００２６】

この場合、請求項２に記載したように、スナバ回路を、スナバコンデンサ及び第３のスイッチング素子を直列に接続して構成すると良く、斯様に構成すれば、切り離し制御を容易に行うことができる。

【００２８】

請求項３に記載したように、制御手段を、通常制御と切り離し制御との間を移行させる場合は、第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止して、その間に切り離し制御と通常制御との移行を行う構成としても良い。斯様に構成すれば、切り離し制御－通常制御間で移行する際に、第１及び第２のスイッチング素子の導通制御が停止されることにより、第３のスイッチング素子に短絡電流が流れるのを防止することができる。

【００２９】

請求項４に記載したように、共振コンデンサに対して並列に抵抗を接続すると良い。斯様に構成すれば、切り離し制御と第１及び第２のスイッチング素子の導通制御に合わせて第３スイッチング素子をオンオフさせる通常制御との移行を行う間に、制御手段が第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止した場合でも、共振コンデンサに充電されている電荷を、前記抵抗を介して速やかに放電させることができる。

【００３０】

請求項５に記載したように、制御手段を、通常制御と切り離し制御との間を移行させる場合は、一方のスイッチング素子の導通制御を他方のスイッチング素子に対して遅らせて停止させる構成とするのが好ましい。斯様に構成すれば、請求項４と同様に、制御手段が第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止した場合でも、共振コンデンサに充電されている電荷を、一方のスイッチング素子の導通制御（オンオフ）によるスイッチング動作によって、より速やかに放電させることができる。

【００３１】

請求項６に記載したように、入力電流値を検出する入力電流検出手段と
回生電流値を検出する回生電流検出手段とを備えて、
制御手段を、入力電力設定値を所定値以下に設定した状態で、第３のスイッチング素子をオンした場合の回生電流値と第３のスイッチング素子をオフした場合の回生電流値との関係に基づいて、第３のスイッチング素子の機能確認を行う構成としても良い。
斯様に構成すれば、制御手段によって第３のスイッチング素子の機能確認を行うことができるので、第１及び第２のスイッチング素子におけるスイッチング損失の発生を確実に防止して、安全性を高めることができる。

【００３２】

斯様に構成すれば、制御手段によって第３のスイッチング素子の機能確認を行うことができるので、第１及び第２のスイッチング素子におけるスイッチング損失の発生を確実に防止して、安全性を高めることができる。

【００３３】

請求項７に記載したように、他方のスイッチング素子の制御入力端子に直列に接続されている抵抗の抵抗値を切り替えるように構成された抵抗値切替え手段を備えて、制御手段を、入力電力設定値が微弱入力に対応する所定値以下になると前記抵抗値切替え手段に切替え信号を出力して前記抵抗値を減少させる構成としても良い。斯様に構成すれば、入力電力設定値が前記所定値以下である場合は、他方のスイッチング素子の制御入力端子に直列に接続されている抵抗の抵抗値を減少させることによって、他方のスイッチング素子のターンオン時に生じるスイッチング損失を減少させることができる。

【００３４】

この場合、請求項８に記載したように、調理容器の加熱温度を検出する温度検出手段を備え、制御手段を、前記温度検出手段が検出する前記調理容器の加熱温度が所定温度以上になると、設定値を所定値以下に切り替える構成としても良い。斯様に構成すれば、調理容

器の加熱温度に応じて自動制御を行う加熱調理において、請求項１乃至７と同様の作用効果が得られる。

【００３５】

また、請求項９に記載したように、低出力を設定するための低出力設定キーを備え、制御手段を、前記低出力設定キーが操作されると、設定値を所定値以下に切り替える構成としても良い。斯様に構成すれば、使用者の低出力設定キーの操作に応じて自動制御を行う加熱調理において、請求項１乃至７と同様の作用効果が得られる。

【００３６】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第１実施例について、図１乃至図５を参照して説明する。尚、図１３と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。図１は、電気的構成を示すものである。本実施例では、図１３に示すマイコン２４に代えて、入力設定部４１ａ及び加熱停止部４１ｂを有するマイコン（制御手段）４１が配置されている。入力設定部４１ａは、第３駆動回路２７に対して、制御信号ＶＳ　を直接与えるようになっている。

【００３７】

また、共振コンデンサ１２及びダイオード１３に並列に、抵抗４２が接続されている。抵抗４２の抵抗値は、インバータ主回路８が動作している場合の共振コンデンサ１２のインピーダンスに対して十分大きな値に設定されている。その他の構成は、図１３に示すものと同様である。

【００３８】

次に、本実施例の作用について、図２乃至図４をも参照して説明する。ＩＧＢＴ１６は、図２（ｃ）に示すように、ＩＧＢＴ７（第２のスイッチング素子）がオンした後一定時間Ｔα経過してからオンされると共に、ＩＧＢＴ６（第１のスイッチング素子）がオフした後一定時間Ｔα経過してからオフされるようになっている。

【００３９】

これによって、ＩＧＢＴ６及び７がオン状態からオフ状態に移行する場合に、コレクターエミッタ間の電圧変化を緩やかにしてスイッチング損失の発生を防止すると共に、ＩＧＢＴ７のオン時にスナバコンデンサ１５に短絡電流が流れることをも防止している。ここで、一定時間Ｔαは、適正範囲内にあるどの様な負荷或いは設定入力であっても、ＩＧＢＴ６及び７のターンオフ時の電圧変化が当該時間内に収束するように設定されている。

【００４０】

また、入力設定部４１ａは、使用者によって操作部２５から設定された入力設定値（電力量“Ｗ”で設定する）が所定値Ｗｔｈ以下に設定されると、ＩＧＢＴ１６（第３のスイッチング素子）を常時オフ（遮断）することによって、スナバコンデンサ１５を共振回路１４から切り離すように制御する。一例として、電磁調理器の最大定格が３ＫＷである場合に、所定値Ｗｔｈを５００Ｗ程度に設定する。

【００４１】

図３は、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下に設定された場合の各部の信号波形を示す図である。即ち、この場合は、加熱停止部４１ｂによって図３（ｃ）に示すようにＩＧＢＴ１６が常時オフされるので、スナバコンデンサ１５は充電されることがなく、共振回路１４から実質的に切り離された状態にある。

【００４２】

従って、入力電流値が小さい場合であっても、スナバコンデンサ１５を充電しないことから、前述した制御サイクル▲４▼においては回生電流が確実に流れることになり、次のサイクル▲１▼においてＩＧＢＴ６をオンしても短絡電流が流れることはない（図３（ｆ）参照）。

【００４３】

つまり、スナバコンデンサ１５は、入力電流値が大きい場合におけるＩＧＢＴ６，７のターンオフ損失を低減するために設けてあり、入力電流値が小さい場合はスイッチング動作

時にＩＧＢＴ６，７に流れる電流も小さいので、スナバコンデンサ１５が無くてもターンオフ損失は小さい。故に、この場合はスナバコンデンサ１５を共振回路１４から切り離しても問題はない。

【００４４】

また、図４は、入力電流値の設定に応じて、上記切り離し制御とスナバコンデンサ１５を機能させる通常制御との間で移行させる場合の制御状態を、ＩＧＢＴ７の端子間電圧Ｖｔｒ２　（ａ）と制御信号Ｖｓ　（ｂ）とにより示すものである。この図４において、入力電流値の設定を所定値Ｗｔｈを超える値（Ｈｉ，図５参照）から所定値Ｗｔｈ以下の値（Ｌｏ，図５参照）に切り替える場合、即ち、通常制御から切り離し制御へ移行する場合は、入力設定部４１ａは、先ず、加熱停止部４１ｂに制御信号を与えて、ＩＧＢＴ６，７の導通制御を停止させる（図４（ａ），時点Ａ参照）。

【００４５】

すると、共振コンデンサ１２に残留している電荷が抵抗４２を介して放電するので、電圧Ｖｔｒ２　は直流電源電圧から次第に低下して、想定時間Ｔａ　の経過後に略０Ｖとなる（図４（ａ），時点Ｂ参照）。更に、余裕時間Ｔｂ　を待ち電圧Ｖｔｒ２　が確実に０Ｖとなった後、入力設定部４１ａは、第３駆動部２７に制御信号Ｖｓ　を出力することによりＩＧＢＴ１６を常時オフさせて切り離し制御を行う（図４（ｂ），時点Ｃ参照）。次に、制御方式の切替わり待ち時間Ｔｃ　の経過を待ってから、微弱入力（５００Ｗ以下）での連続加熱を開始する（図４（ａ），時点Ｄ参照）。

【００４６】

また、切り離し制御を行っている状態から通常制御に戻る場合にも、同様に切替えを行う。即ち、入力設定部４１ａは、加熱停止部４１ｂに制御信号を与えてＩＧＢＴ６，７の導通制御を停止させ（図４（ａ），時点Ｅ参照）、想定時間Ｔａ　の間に共振コンデンサ１２の残留電荷の放電を待つ（図４（ａ），時点Ｆ参照）。

【００４７】

更に、余裕時間Ｔｂ　を待ってから、入力設定部４１ａは、第３駆動部２７に対する制御信号Ｖｓ　の出力を停止して、ＩＧＢＴ１６を通常制御常態に戻す（図４（ｂ），時点Ｇ参照）。そして、制御方式の切替わり待ち時間Ｔｃ　の経過を待ってから、５００Ｗを超える入力電流値での連続加熱を開始する（図４（ａ），時点Ｈ参照）。

【００４８】

図５は、本発明の発明者が行った一測定例であり、入力設定値（横軸）を変化させて鉄製の鍋３４加熱した場合の、ＩＧＢＴ６の温度変化（縦軸）を示す。入力設定値の低下に応じてＩＧＢＴ６の温度も低下するが、ＩＧＢＴ１６を通常通りに制御し続けた場合は、図５中実線で示すように、入力電力量が所定値Ｗｔｈを下回るとＩＧＢＴ６の温度は急激に上昇する。これに対して、所定値Ｗｔｈ以下となる領域で切り離し制御を行った場合には、図５中破線で示すように、ＩＧＢＴ６の温度は入力設定値の低下に応じて低下するようになる。

【００４９】

以上のように本実施例によれば、入力設定部４１ａは、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下となると、ＩＧＢＴ１６を遮断することによってスナバコンデンサ１５を共振回路１４から切り離す切り離し制御を行うようにした。従って、スナバコンデンサ１５の充電が行われなくなり、ＩＧＢＴ６をオンした場合に、スナバコンデンサ１５の充電容量不足による短絡電流が流れることがなく、設定値がＷｔｈ以下の状態で加熱コイル１１に高周波電流を連続的に供給することができる。而して、ＩＧＢＴ６のスイッチング損失を抑制した上で、微弱入力による連続加熱を行うことができるので、従来とは異なり、例えば長時間の煮込み調理などを、調理物を焦げ付かせたり突沸させることなく良好に行うことができる。

【００５０】

また、本実施例によれば、入力設定部４１ａは、ＩＧＢＴ７をオンしてから所定時間経過後にＩＧＢＴ１６をオンし、ＩＧＢＴ６のオフ後から所定時間経過後にＩＧＢＴ１６をオフするように制御信号を出力するので、ＩＧＢＴ６及び７のスイッチング損失を抑制し得

ると共に、ＩＧＢＴ７のオン時にスナバコンデンサ１５に短絡電流が流れることを防止することができる。

【００５１】

更に、本実施例によれば、共振コンデンサ１２に対して並列に抵抗４２を接続し、入力設定部４１ａは、所定値Ｗｔｈを含む範囲で設定値を切り替える場合は、ＩＧＢＴ６及び７に対する導通制御を一旦停止して、その間に切り離し制御と通常制御との移行を行うので、切り離し制御－通常制御間で移行する際に、ＩＧＢＴ１６に短絡電流が流れるのを防止することができ、また、ＩＧＢＴ６及び７に対する導通制御を停止しても、共振コンデンサ１２に充電されている電荷を、抵抗４２を介して速やかに放電させることができる。

【００５２】

図６及び図７は本発明の第２実施例を示すものであり、第１実施例と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。電気的構成を示す図６において、第２実施例では、抵抗４２が取り除かれていると共に、マイコン４１が、マイコン（制御手段）４１′に置き換えられている。そのマイコン４１′は、マイコン４１の加熱停止部４１ｂを加熱停止部４１ｂ′に置き換えたものである。その他の構成は第１実施例と同様である。

【００５３】

次に、第２実施例の作用について図７をも参照して説明する。第２実施例では、入力電流値の設定に応じて切り離し制御と通常制御との間で移行させる場合の制御状態が、第１実施例とは異なっている。即ち、図７に示すように、通常制御から切り離し制御へ移行する場合は、入力設定部４１ａは、先ず、加熱停止部４１ｂ′に制御信号を与えて、ＩＧＢＴ６のみの導通制御を停止させ、ＩＧＢＴ７の導通制御は時間Ｔａ　′の間継続させてから停止させる（図７（ａ），時点Ａ参照）。

【００５４】

すると、共振コンデンサ１２に残留している電荷は、周波数２１．５ＫＨｚのＩＧＢＴ７のスイッチング動作によって極めて短時間（例えば、３，４周期程度）内に放電・消費される。その後は、第１実施例と同様に、入力設定部４１ａは、余裕時間Ｔｂ　の経過を待って（図７（ａ），時点Ｂ参照）加熱停止部４１ｂに制御信号Ｖｓ　を出力して切り離し制御を行ない（図７（ｂ），時点Ｃ参照）、切替わり待ち時間Ｔｃ　の経過を待ち、微弱入力（５００Ｗ以下）での連続加熱を開始する（図７（ａ），時点Ｄ参照）。また、切り離し制御を行っている状態から通常制御に戻る場合にも、同様に切替えを行う。

【００５５】

以上のように第２実施例によれば、加熱停止部４１ｂ′は、所定値Ｗｔｈを含む範囲で入力設定値を切り替える場合は、ＩＧＢＴ７の導通制御をＩＧＢＴ６に対して遅らせて停止させるので、共振コンデンサ１２に充電されている電荷を、一方のＩＧＢＴ７の導通制御（オンオフ）によるスイッチング動作によって、より速やかに放電・消費させることができ、制御状態の切替えに要する時間を短縮することができる。また、第１実施例では必要であった抵抗４２を削除できるので、部品点数を削減することができる。

【００５６】

図８及び図９は本発明の第３実施例を示すものであり、第１実施例と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。電気的構成を示す図８において、第３実施例では、コンデンサ４３及び抵抗４４の直列回路が平滑コンデンサ３に並列に接続されており、その抵抗４４にはダイオード４５が逆並列接続されている。コンデンサ４３の容量は、例えば、平滑コンデンサ３の容量の１／１００程度に設定されている。

【００５７】

これらのコンデンサ４３，抵抗４４及びダイオード４５は、回生電流検出手段を構成している。コンデンサ４３及び抵抗４４の共通接続点は、回生電流検出部５０を介して入力設定部４１ａの入力端子に接続されている。その他の構成は第１実施例と同様である。

【００５８】

第３実施例では、負荷側から電源側に回生されて平滑コンデンサ３に流入する回生電流を、コンデンサ４３及び抵抗４４の直列回路に分流させるようになっている。そして、回生電流検出部４５は、抵抗４４の端子電圧を回生電流が流れるタイミングにおいて検出してＡ／Ｄ変換したものを、回生電流検出値Ｖｉｎｖ　として入力設定部４１ａに出力するようになっている。

【００５９】

次に、第３実施例の作用について図９をも参照して説明する。図９は、入力設定値（横軸）を変化させた場合の、回生電流検出値Ｖｉｎｖ　（縦軸）の変化を示すものである。第１実施例において述べたように、入力設定値を所定値Ｗｔｈ付近まで低下させた領域でもスナバ回路１８を動作させ続けると、スナバコンデンサ１５に短絡電流が流れて回生電流が流れ難くなり、図９中実線で示すように、回生電流検出値Ｖｉｎｖ　は低下するようになる。

【００６０】

従って、図９中一点鎖線で示すようにしきい値を設定する。そして、例えば、マイコン４１をテストモードに切り替えて、以下のように機能テストを行う。例えば、制御信号Ｖｓを出力させてＩＧＢＴ１６をオフするようにした上で、入力設定値を所定値Wth以下に設定する。この時の回生電流検出値Vinv がしきい値よりも大であれば、切替え制御機能或いはＩＧＢＴ１６は正常と判定することができ、回生電流検出値Vinv がしきい値よりも小であれば、切替え制御機能が異常か或いはＩＧＢＴ１６が短絡していると判定できる。

【００６１】

また、ＩＧＢＴ１６による切り離し制御を行わせた上で、入力設定値を所定値Ｗｔｈ以下に設定する。この時の回生電流検出値Ｖｉｎｖ　がしきい値よりも大であれば、切替え制御機能が異常か或いはＩＧＢＴ１６が開放或いは未実装であると判定できる。

【００６２】

以上のように第３実施例によれば、マイコン４１の入力設定部４１ａは、入力設定値と回生電流値Ｖｉｎｖ　との関係に基づいて制御切替え機能及びＩＧＢＴ１６の機能テストを行うようにした。従って、例えば、製品出荷前の製造工程や、或いは、出荷後のサービスセンタなどにおいて、マイコン４１をテストモードに切り替えてテストを行うようにして、ＩＧＢＴ６及び７におけるスイッチング損失の発生を確実に防止して、安全性を高めることができ、或いは、故障時のチェックを容易に行うことができる。

【００６３】

図１０乃至図１２は本発明の第４実施例を示すものであり、第１実施例と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。要部の電気的構成を示す図１０において、第４実施例では、ＩＧＢＴ６のゲート抵抗値を、入力設定値に応じて切り替えるように構成されている。

【００６４】

即ち、抵抗３０及び３１の共通接続点には、抵抗値１０Ωの抵抗４６の一端が接続されており、その抵抗４６の他端は、フォトカプラ４７の出力端子の一端に接続されている。フォトカプラ４７の出力端子の他端は、フォトカプラ２９の出力端子と抵抗３０との共通接続点に接続されている。そして、フォトカプラ４７の入力端子には、マイコン４１から出力信号が与えられるようになっている。尚、抵抗４６及びフォトカプラ４７は抵抗値切替え手段を構成しており、その他は第１実施例と同様の構成である。

【００６５】

次に、第４実施例の作用について図１１及び図１２をも参照して説明する。第１乃至第３実施例では、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下の小なる領域において、スナバコンデンサ１５を介して短絡電流が流れることを防止することができたが、スナバコンデンサ１５を共振回路１４に接続する際にも短絡電流が流れるおそれがあるため、ＩＧＢＴ６のゲート抵抗値がターンオン時に大きくなるように、図１４に示す従来構成のものと同様に設定されていた。

【００６６】

即ち、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下の小なる領域では、ＩＧＢＴ６のターンオン時に短絡電流が発生することはないが、端子間電圧Ｖｔｒ１　の立下がりは緩やかになっているため、その部分で発生するスイッチング損失が依然存在する。そこで、第４実施例においては、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下の小なる領域では、マイコン４１がフォトカプラ４７にハイレベルの信号を出力することによって、抵抗３０に抵抗４６を並列に接続するように制御する。

【００６７】

すると、ターンオン時におけるゲート抵抗値は、１６０Ωから（１５０//１０＋１０）Ωに切り替わるので、図１１に示すように、ゲート電圧ＶG1の立上がりは、図１５に比較してより急峻となり、それに応じて端子間電圧Ｖtr1 の立下がりも急峻となる。この結果、ＩＧＢＴ６のターンオン損失はより低減されて、図１２に示すように、例えば第１実施例における図５と比較して、ＩＧＢＴ６の温度上昇もより抑制されることになる。

【００６８】

以上のように第４実施例によれば、マイコン４１は、入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下になるとフォトカプラ４７に切替え信号を出力して、ＩＧＢＴ６のゲート（制御入力端子）に直列に接続されている抵抗３０に抵抗４６を並列に接続してゲート抵抗値を切り替えるようにしたので、ＩＧＢＴ６のゲート抵抗値を減少させることによって、ターンオン時に生じるスイッチング損失を一層減少させることができる。

【００６９】

本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、次のような変形または拡張が可能である。

例えば、入力設定部４１ａは、使用者が、操作部２５に設けられている調理（制御）プログラムを選択するキーのうち、例えば『にこみ』キー（低出力設定キー）がオン操作されると、最初は高入力で加熱を行い被調理物を沸騰させてその後は微弱入力加熱を連続的に行うような制御プログラムに応じて、自動的に通常制御－切り離し制御を切り替えるようにしても良い。また、高入力加熱を行っている途中で、『保温キー』がオン操作されると、その時点から微弱入力加熱を連続的に行うように制御を切り替えても良い。

或いは、トッププレート３３に鍋３４の温度を検出するための温度センサ（温度検出手段）を設けて、その温度センサが検出した温度が予め定めた値（所定温度）に達すると、その時点から微弱入力加熱を連続的に行うように制御を切り替えても良い。

【００７０】

スナバコンデンサ１５は、共振回路１４に電気的に接続されていても、切り離し制御においては、共振回路１４から実質的に切り離せば良い。例えば、非常に高い抵抗値の抵抗と電子的或いは機械的な常開型のスイッチとの直列回路を、ＩＧＢＴ１６のコレクターエミッタ間に接続して、切り離し制御の間はスイッチを閉じて、スナバコンデンサ１５が抵抗を介して直流母線５に接続されている状態にしても良い。

共振回路１４は、ＩＧＢＴ６側に接続されていても良い。

スイッチング素子は、ＩＧＢＴに限ることなく、パワートランジスタやパワーＭＯＳＦＥＴであっても良い。

【００７１】

【発明の効果】

本発明は以上説明した通りであるので、以下の効果を奏する。

請求項１記載の電磁調理器によれば、制御手段は、設定値が所定値以下になると、第３のスイッチング素子を遮断することによって、スナバコンデンサを、調理容器を誘導加熱するための共振回路から実質的に切り離す切り離し制御を行うので、その場合はスナバコンデンサの充電が行われなくなり、一方のスイッチング素子をオンした場合に、スナバコンデンサの充電容量不足による短絡電流が流れることはない。

【００７２】

従って、設定値が所定値以下の状態で、加熱コイルに高周波電流を連続的に供給して微弱入力での連続加熱を行うことが可能となり、長時間の煮込み調理などの加熱制御を良好に

行うことができる。そして、制御手段は、一方のスイッチング素子の通電後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を通電し、他方のスイッチング素子の遮断後から所定時間経過後に第３のスイッチング素子を遮断するので、一方のスイッチング素子のオン時に、スナバコンデンサに短絡電流が流れることを防止できる。

【００７３】

請求項２記載の電磁調理器によれば、スナバ回路を、スナバコンデンサ及び第３のスイッチング素子を直列に接続して構成したので、切り離し制御を容易に行うことができる。

【００７５】

請求項３記載の電磁調理器によれば、制御手段は、所定値を含む範囲で設定値を切り替える場合は、第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止して、その間に切り離し制御と通常制御との移行を行うので、切り離し制御－通常制御間で移行する際に、第３のスイッチング素子に短絡電流が流れるのを防止することができる。

【００７６】

請求項４記載の電磁調理器によれば、共振コンデンサに対して並列に抵抗を接続したので、切り離し制御と通常制御との移行を行う間に、制御手段が第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止した場合でも、共振コンデンサに充電されている電荷を抵抗を介して速やかに放電させることができる。

【００７７】

請求項５記載の電磁調理器によれば、制御手段は、所定値を含む範囲で設定値を切り替える場合は、一方のスイッチング素子の導通制御を他方のスイッチング素子に対して遅らせて停止させるので、制御手段が第１及び第２のスイッチング素子に対する導通制御を一旦停止した場合でも、共振コンデンサに充電されている電荷を、一方のスイッチング素子の導通制御によるスイッチング動作によって、より速やかに放電させて、切替え制御に要する時間を短縮することができる。

【００７８】

請求項６記載の電磁調理器によれば、制御手段は、入力電力設定値を所定値以下に設定した状態で、第３のスイッチング素子をオンした場合の回生電流値と第３のスイッチング素子をオフした場合の回生電流値との関係に基づいて、第３のスイッチング素子の機能確認を行うので、第１及び第２のスイッチング素子におけるスイッチング損失の発生を確実に防止して、安全性を高めることができる。

【００７９】

請求項７記載の電磁調理器によれば、制御手段は、設定値が所定値以下になると、抵抗値切替え手段に切替え信号を出力して、他方のスイッチング素子の制御入力端子に直列に接続されている抵抗の抵抗値を減少させるように切り替えるので、設定値が所定値以下である場合は、他方のスイッチング素子のターンオン時に生じるスイッチング損失を減少させることができる。

【００８０】

請求項８記載の電磁調理器によれば、制御手段は、温度検出手段が検出する調理容器の加熱温度が所定温度以上になると設定値を所定値以下に切り替えるので、調理容器の加熱温度に応じて自動制御を行う加熱調理において請求項１乃至７と同様の効果が得られる。

【００８１】

請求項９記載の電磁調理器によれば、制御手段は、低出力設定キーが操作されると、設定値を所定値以下に切り替えるので、使用者の低出力設定キーの操作に応じて自動制御を行う加熱調理において、請求項１乃至７と同様の作用効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１実施例の電気的構成を示す機能ブロック図

【図２】入力設定値が所定値Ｗｔｈを超えている領域での各部の信号波形を示す図

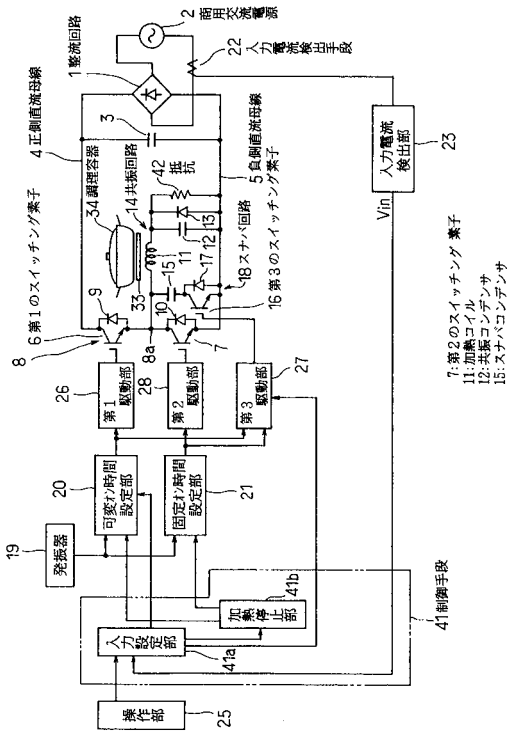
【図３】入力設定値が所定値Ｗｔｈ以下の領域での図２相当図

【図４】切り離し制御と通常制御との間を移行させる場合の制御状態を示す図

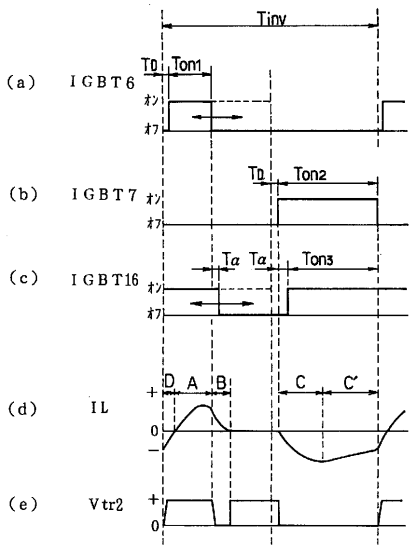
【図５】入力設定値（横軸）を変化させて鉄製の鍋を加熱した場合の、ＩＧＢＴの温度変

化（縦軸）を示す図
【図６】本発明の第２実施例を示す図１相当図
【図７】図４相当図
【図８】本発明の第３実施例を示す図１相当図
【図９】入力設定値（横軸）を変化させた場合の、回生電流検出値Ｖｉｎｖ　（縦軸）の変化を示す図
【図１０】本発明の第４実施例における要部の電気的構成を示す図
【図１１】ゲート信号の電圧波形を示す図
【図１２】図５相当図
【図１３】従来技術を示す図１相当図
【図１４】ＩＧＢＴのゲート駆動部の電気的構成を示す図
【図１５】図１１相当図
【図１６】図２相当図
【図１７】図３相当図
【符号の説明】
１は整流回路、２は商用交流電源、４及び５は正側及び負側直流母線、６及び７はＩＧＢＴ（第１及び第２のスイッチング素子）、８はインバータ主回路、１１は加熱コイル、１２は共振コンデンサ、１４は共振回路、１５はスナバコンデンサ、１６はＩＧＢＴ（第３のスイッチング素子）、１８はスナバ回路、２２は電流トランス（入力電流検出手段）、４１及び４１′はマイクロコンピュータ（制御手段）、４１ａは入力設定部、４１ｂ及び４１ｂ′は加熱停止部、４２は抵抗、４３は抵抗（回生電流検出手段）、４４はコンデンサ（回生電流検出手段）、４５はダイオード（回生電流検出手段）、４６は抵抗（抵抗値切替え手段）、４７はフォトカプラ（抵抗値切替え手段）を示す。

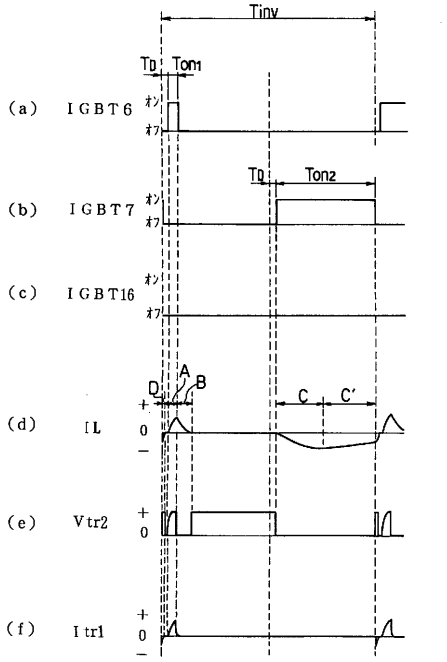
【図１】



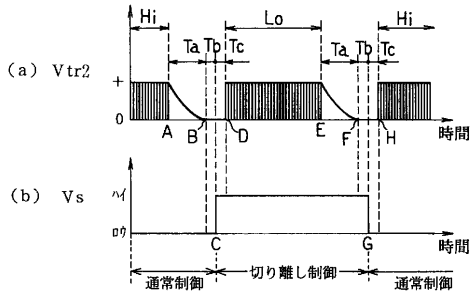
【図２】



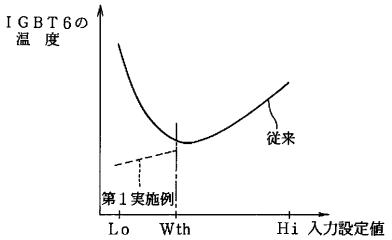
【図３】


Tinv
TD
Ton1
(a) IGBT6
オン
オフ
TD
Ton2
(b) IGBT7
(c) IGBT16
D
A
B
C
C'
(d) IL
(e) Vtr2
(f) Itr1

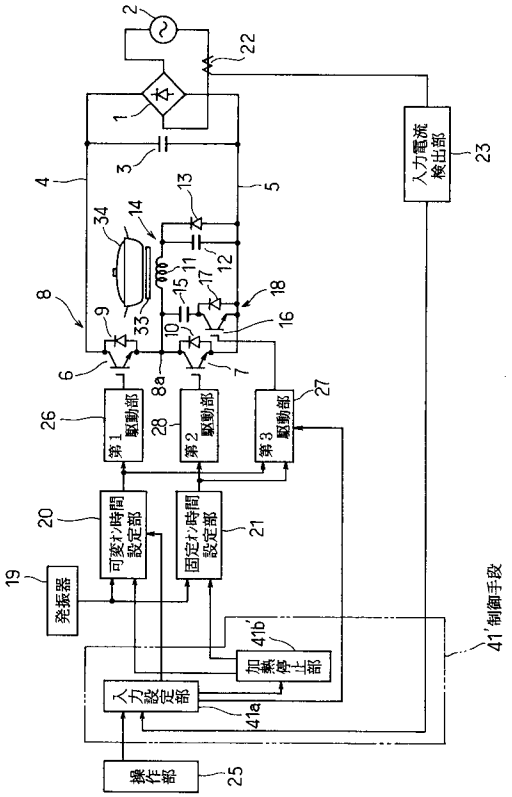
【図４】


Hi
Lo
Hi
Ta Tb Tc
Ta Tb Tc
(a) Vtr2
A B D E F H
時間
(b) Vs
ハイ
ロウ
C G
時間
通常制御
切り離し制御
通常制御

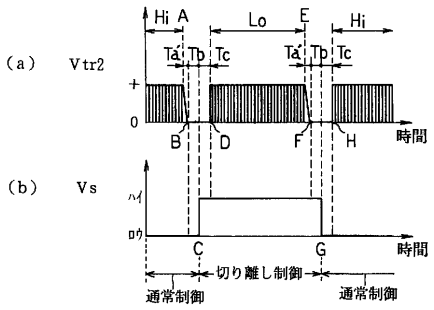
【図５】


IGBT6の
温 度
従来
第１実施例
Lo
Wth
Hi 入力設定値

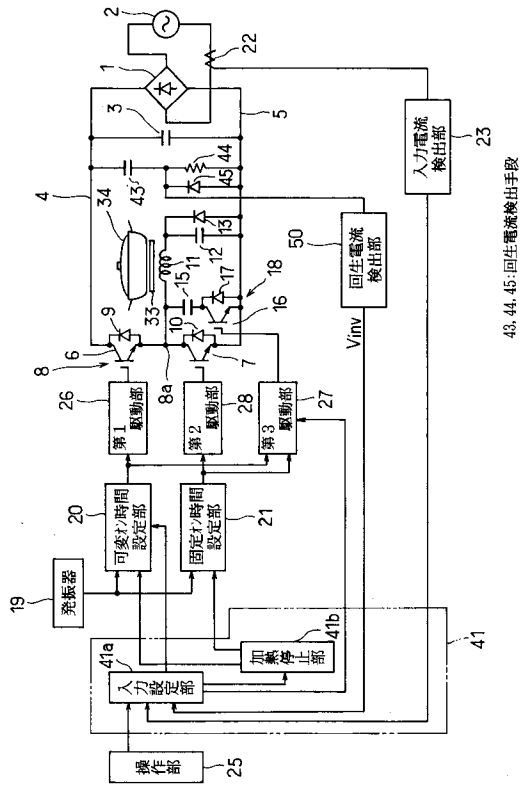
【図６】


入力電流
検出部
第1
駆動部
第2
駆動部
第3
駆動部
可変オン時間
設定部
固定オン時間
設定部
発振器
加熱停止部
入力設定部
操作部
41'制御手段

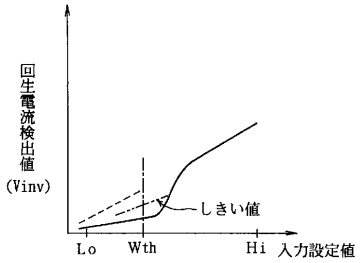
【図７】


Hi A
Lo
E
Hi
Ta' Tb Tc
Ta' Tb Tc
(a) Vtr2
B D F H
時間
(b) Vs
ハイ
ロウ
C G
時間
切り離し制御
通常制御
通常制御

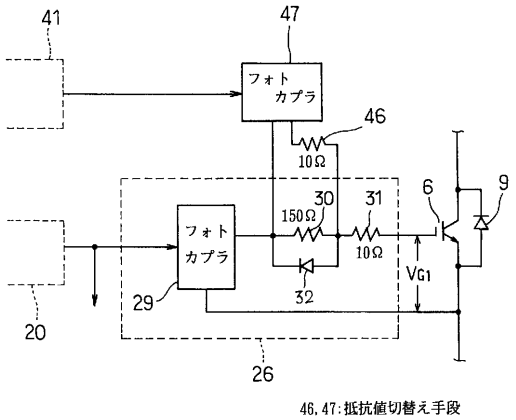
【図８】



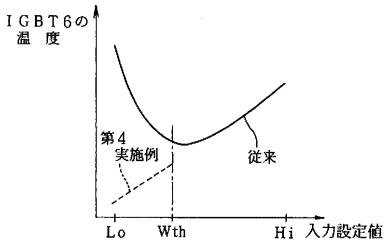
【図９】



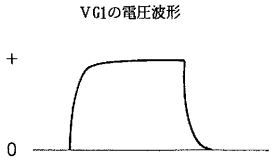
【図１０】



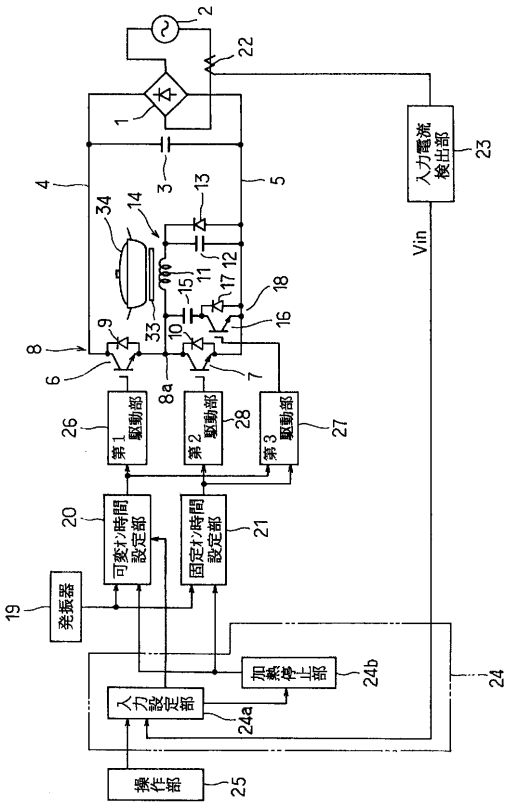
【図１２】



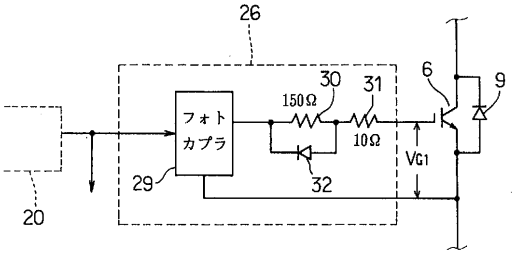
【図１１】



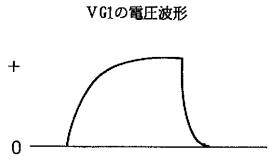
【図１３】



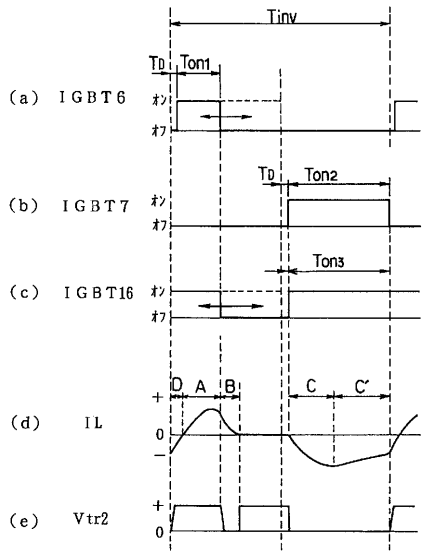
【図１４】



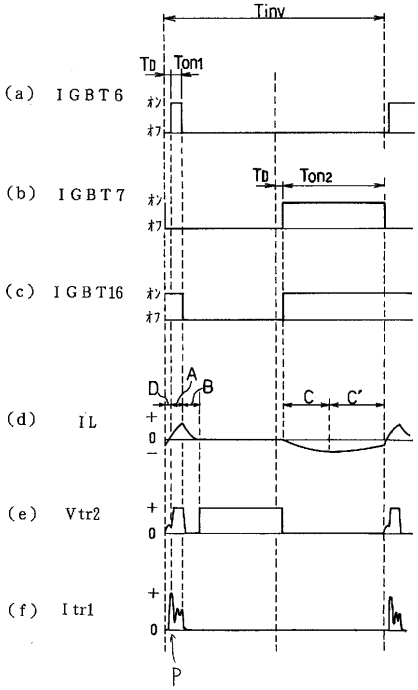
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
H05B 6/12